



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 41 22 067 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:  
H 02 K 21/02  
H 02 K 29/06  
F 04 D 25/06  
// H 02 P 6/02, H 02 K  
29/00

⑳ Aktenzeichen: P 41 22 067.6  
㉔ Anmeldetag: 4. 7. 91  
㉕ Offenlegungstag: 9. 1. 92

DE 41 22 067 A 1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1

04.07.90 DE 90 10 148.0

⑦1 Anmelder:

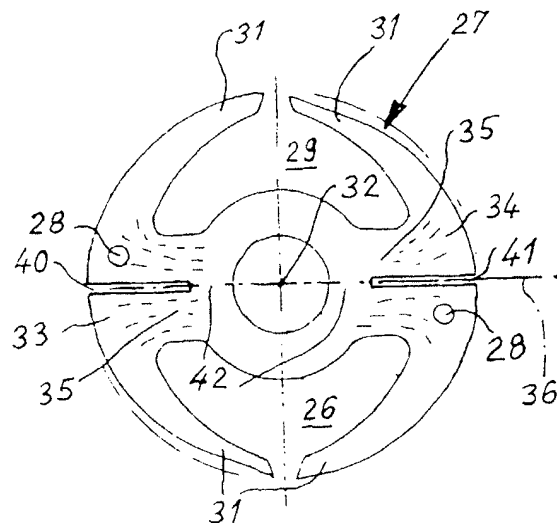
Papst-Motoren GmbH & Co KG, 7742 St Georgen, DE

⑦2 Erfinder:

Moosmann, Helmut, 7730 Villingen-Schwenningen,  
DE; Müller, Rolf, Dr., 8000 München, DE

⑤4 Elektromotor mit einem zylindrischen Luftspalt

⑤7 In Elektromotoren mit Statorblechpaketen, deren T-förmige Pole stark ausgeprägt sind, werden die Seitenarme (31) durch elektromagnetische Kräfte zu Schwingungen angeregt, die zu einem unzulässigen Geräuschpegel führen. Erfindungsgemäß sind im Mittenbereich der Statorpole (33, 34) Ausnehmungen (40, 41) vorgesehen, die die Homogenität des Blechpaketes stören und so resonanzverstimmend wirken.



DE 41 22 067 A 1

Die Erfindung betrifft einen Elektromotor mit einem zylindrischen Luftspalt gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein derartiger Motor ist in der DE-OS 23 46 380 und in der DE-OS 29 19 581 beschrieben. Solche Motoren werden vor allem mit zweipoligen oder vierpoligen, T-förmig gestalteten Statorblechpaketen ausgeführt. Um möglichst viele Windungen im Stator unterzubringen, sind die Pole des Statorblechpaketes stark ausgeprägt, d. h. die Polhöcker für größeren Nutzraum relativ schmal und lang vorgesehen. Diese Statorbleche sind für verschiedene Motorvarianten einer Baureihe verwendbar, d. h. je nach Bedarf können mehr oder weniger Windungen untergebracht werden.

Unter der Einwirkung der im Motor auftretenden magnetischen Kräfte können sich die Statorpole elastisch verformen, was bei entsprechend rascher Verformung zu Geräuschbildung führt. Es ist auch bekannt, die Nuten zwischen den Statorpolen durch unmagnetische Werkstoffe auszufüllen, um einerseits die Wicklung gegen Beschädigung zu schützen, andererseits die mechanische Stabilität der Konstruktion zu erhöhen. Solche Nut-Ausfüllungen sind jedoch relativ aufwendig.

Es hat sich herausgestellt, daß diese stark ausgeprägten Blechpakete vor allem bei schwächerer Bewicklung zusätzliche störende Geräusche ("Zirpen") im Bereich von einigen kHz, vor allem bis etwa 10 kHz verursachen. Diese "Zirp"-Geräusche entstehen dadurch, daß bei jeder schnellen Umschaltung bei der elektronischen Kommutierung die Statorpole mit den relativ schmalen langen T-Seitenarmen zu Schwingungen im Bereich der Eigenresonanz angeregt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen elektronisch kommutierten Gleichstrommotor zu schaffen, bei dem die sogenannten Zirp-Geräusche beseitigt sind.

Die Lösung der Aufgabe ist im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegeben.

Erfindungsgemäß trennen Ausnehmungen, die vorzugsweise als Schlitz ausgebildet sind, die Statorpole mit den schmalen langen T-Seitenarmen in zwei Bereiche, wobei wichtig ist, daß die Ausnehmungen bzw. Schlitz die magnetischen Feldlinien nicht durchschneiden. Die überraschend starke Reduzierung des Zirp-Geräusches kann man möglicherweise so erklären, daß dadurch die Eigenresonanz "verstimmt" wird oder die Schwingungsfähigkeit des gespaltenen Statorpols an sich gestört wird (wie bei einer halben Stimmgabel). Der Schlitz ist einfach herzustellen und zudem noch nachträglich in vorhandene Blechpakete einzubringen.

Das Zirp-Geräusch wurde insbesondere bei zweipoligen Statorblechschnitten festgestellt, ist aber auch bei höher-poligen Blechschnitten, die lange schmale T-Seitenarme der Pole aufweisen, zu erwarten.

Als vorteilhaft hat sich erwiesen, die Schlitz in Richtung der Magnetfeldlinien anzuordnen.

Durch die Schlitz wird die Resonanzfrequenz der schwingfähigen Teile der Statorpole wesentlich herabgesetzt, wodurch einerseits die Hörbarkeit einer eventuell noch vorhandenen Schwingung vermindert wird und andererseits die Dämpfung des schwingfähigen Systems erhöht wird.

Weitere Einzelheiten und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im folgenden beschriebenen und in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen.

Es zeigt

Fig. 1 einen bekannten elektronisch kommutierten

Gleichstrommotor im Schnitt;

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Statorblechpaketes;

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Statorblechpaketes;

Fig. 4 ein Schalldruckdiagramm eines Motors gemäß dem Stand der Technik und

Fig. 5 ein Schalldruckdiagramm eines erfindungsgemäßen Motors.

Fig. 1 zeigt einen elektronisch kommutierten Gleichstrommotor 10 gemäß dem Stand der Technik in vereinfachter Darstellung. Dieser als Außenläufer ausgebildete Motor 10 besteht aus einem Rotortopf 11, der an seiner zylindrischen Innenwand einen zweipoligen Permanentmagnetring 12 enthält. Der Stator 17 des Motors 10 ist als Doppel-T-Anker mit einem oberen Pol 13 und einem unteren Pol 14 ausgebildet, wobei beide Pole 13, 14 fast den gesamten Polbogen umspannen und welche zwischen sich zwei Nuten 15 und 16 einschließen, in denen zwei in Reihe geschaltete Wicklungshälften 20 und 21 einer einsträngigen Wicklung angeordnet sind, deren Mittelanzapfung an einen Pluspol 22 geführt ist und deren freie Enden mit 23 und 24 bezeichnet sind. Ein Hallgenerator 5 ist an der Öffnung der Nut 16 oder einer elektrisch äquivalenten Stelle am Stator angeordnet.

Fig. 2 zeigt ein Statorblech 27 eines Stators eines Elektromotors, der dem in Fig. 1 dargestellten entspricht. Zwei gegenüberliegende Einprägungen 28 dienen zur Paketierung des Statorblechpaketes. Stark ausgeprägte Nuten 26 und 29 werden von T-förmigen Polen 33 und 34 umgeben, die mit langen T-Seitenarmen 31 mit geringer Breite fast den gesamten Polbogen umspannen. Auch die T-Wurzeln 35 weisen wegen der stark ausgeprägten Nuten 26, 29 eine geringe Breite auf. Axial durchgehende Ausnehmungen, die als Schlitz 40, 41 ausgebildet sind, die vom Außenumfang der Statorpole 33, 34 her in radialer Richtung im Mittelnbereich der Pole 33, 34 nach innen verlaufend eingebracht sind, teilen die Pole 33, 34 jeweils in zwei Bereiche (Schwingungsgebilde) auf. Dadurch wird das insbesondere bei zweipoligen Statorblechpaketen von elektronisch kommutierten Gleichstrommotoren entstehende sogenannte Zirp-Geräusch, das etwa im Bereich von 10 kHz liegt, derart abgeschwächt, daß es nicht mehr als störend empfunden wird.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 verlaufen die Schlitz 40, 41 radial einander gegenüberliegend im Mittelnbereich und zwar im wesentlichen gerade vom Außendurchmesser her zur Rotationsachse 32 hin mindestens bis zur halben Höhe der T-Wurzel 35 und trennen die Pole 33, 34 und die zugehörigen T-Wurzeln 35, so daß nur ein für den Zusammenhalt des Statorbleches 27 erforderlicher Steg 42 bleibt.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 zeigt einen bekannten Blechschnitt, dessen Einprägungen 28 zur Paketierung der Statorbleche 27 mittig, d. h. auf einer Symmetrieachse 36 angeordnet sind, weshalb hier die Schlitz 40, 41 abgewinkelt werden mußten, d. h. die Schlitz 40, 41 beginnen am Außenumfang des Statorpols 33, 34 neben der Symmetrieachse 36 und verlaufen zunächst in einem schrägen Schlitzabschnitt 46 nach innen bis zur Symmetrieachse 36 und gehen dann in einen vorzugsweise relativ kurzen, im wesentlichen radial gerichteten Schlitzabschnitt 47 über. Auch hier wird die gleiche Wirkung erreicht, wie beim vorherbeschriebenen Beispiel (Fig. 2), weil auch hier die Schlitz 40, 41 etwa in Richtung der Magnetfeldlinien 45 (gestrichelt dargestellt)

verlaufen.

In Fig. 4 ist ein Schalldruckmeß-Diagramm eines herkömmlichen Motors (gem. Fig. 1) mit zweipoligem Stator ohne die Schlitze 40, 41 dargestellt.

Auf der Ordinate ist der Schalldruckpegel  $L_p$  in dB (0 dB  $\approx$  20 Mikro Pa) und auf der Abszisse sind Terzband-Mittenfrequenzen in Hz aufgetragen. Fig. 5 zeigt ein Schalldruckmeß-Diagramm für einen Motor gemäß der Erfindung. Der Vergleich dieser Meß-Diagramme zeigt deutlich, daß im Frequenzbereich 10 kHz beim erfindungsgemäßen Motor eine deutliche Reduzierung des Schalldrucks erreicht wurde. Das oben beschriebene Zirp-Geräusch ist dadurch praktisch nicht mehr wahrnehmbar.

10. Elektromotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromotor in einem geräuscharmen Axiallüfter verwendet wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Elektromotor mit einem zylindrischen Luftspalt, insbesondere elektronisch kommutierter Gleichstrommotor mit einem permanentmagnetischen Rotor, mit einem mehrpolig ausgebildeten Statorblechpaket, insbesondere mit ausgeprägten T-förmigen Statorpolen, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Mittenbereich der Statorpole (33, 34) Ausnehmungen (40, 41) vorgesehen sind, die die Homogenität des Blechpakets stören und resonanzverstärkend wirken.
2. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Schlitze (40, 41) ausgebildete Ausnehmungen vorgesehen sind, die vom Außenumfang der Statorpole (33, 34) ausgehend nach innen und vorzugsweise axial durchgehend verlaufen.
3. Elektromotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die axial durchgehenden Schlitze (40, 41) wenigstens angenähert in radialer Richtung verlaufen.
4. Elektromotor nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß stark ausgeprägte radial einander gegenüberliegende Statorpole (33, 34) mit langen T-Seitenarmen (31) vorgesehen sind.
5. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitze (40, 41) im wesentlichen in radialer Richtung mindestens bis zur halben Höhe der T-Wurzel (35) angeordnet sind.
6. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitze (40, 41) wenigstens teilweise gegenüberliegend auf der Symmetrieachse (36) der Statorpole (33, 34) angeordnet sind.
7. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitze (40, 41) abgewinkelt sind und um eine Polteilung winkelfersetzt zur Rotationsachse (32) identisch verlaufen.
8. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Symmetrieachse (36) abgewinkelt verlaufenden Schlitze (40, 41) von außen neben der Polmitte in einem schrägen Schlitzabschnitt (46) nach innen bis zur Symmetrieachse (36) verlaufen und dann in einen vorzugsweise relativ kurzen, im wesentlichen radial gerichteten Schlitzabschnitt (47) übergehen.
9. Elektromotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitze (40, 41) im wesentlichen in Richtung der Magnetfeldlinien (45) verlaufen.

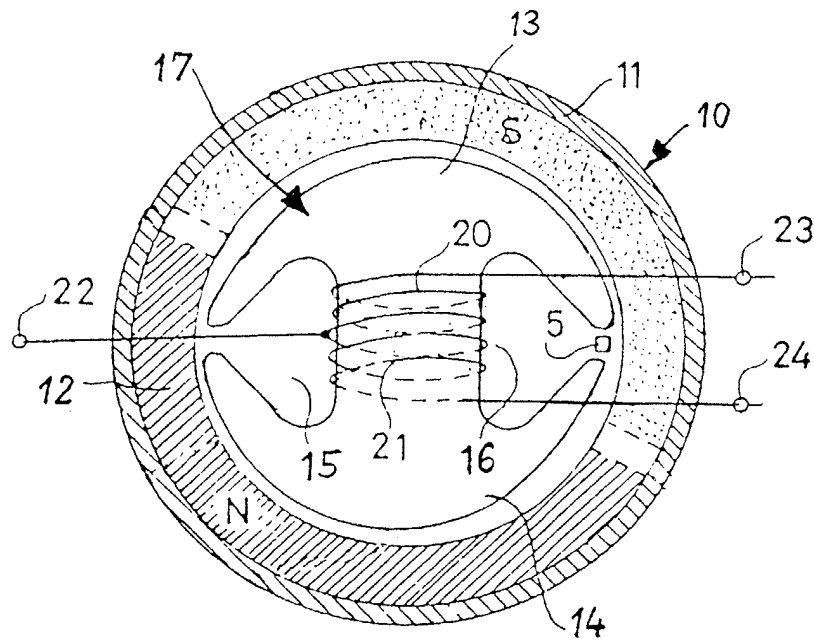


Fig. 1

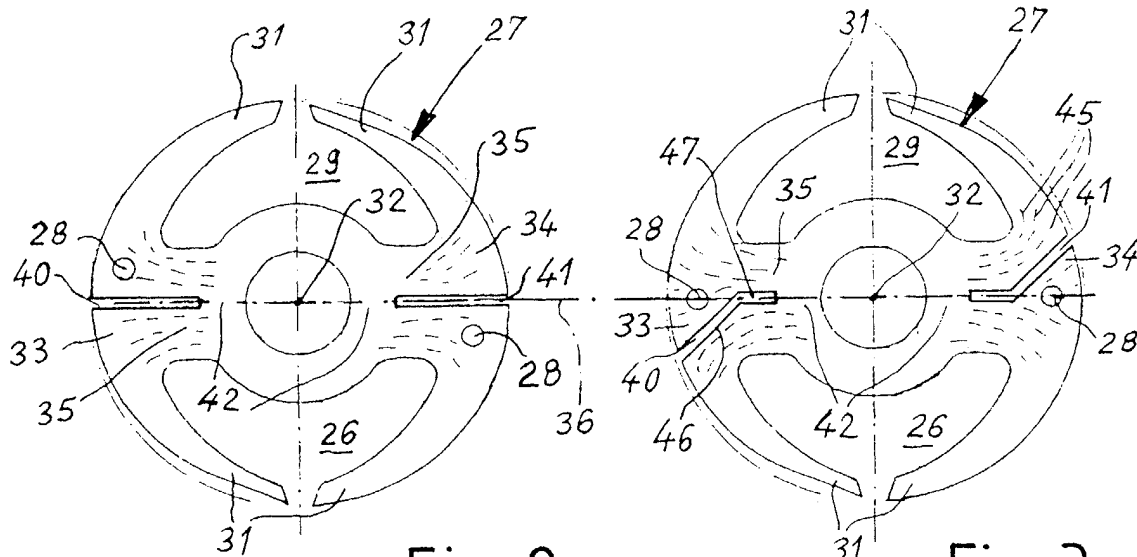


Fig. 2

Fig. 3

